

500P1856 USOC-14-02

J1040 U.S. PTO  
10/024690  
12/14/01

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-380944

出 願 人

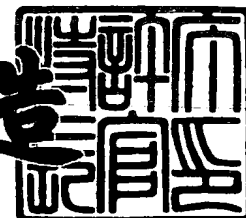
Applicant(s):

ソニー株式会社

2001年10月26日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3093913

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000783503

【提出日】 平成12年12月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 15/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 岩渕 寿章

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 柳澤 喜行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 大畑 豊治

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100110434

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 勝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 076186

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0011610

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 素子の転写方法、素子保持基板の形成方法、及び素子保持基板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第一基板と該第一基板上に形成した素子の界面にエネルギービームを該第一基板を透過しながら選択的に照射して該素子を選択的に剥離する工程と、

前記選択的に剥離された素子を素子保持基板上に形成された素子保持層に転写する工程と、

前記素子保持層に転写された前記素子を第二基板に転写する工程とを有することを特徴とする素子の転写方法。

【請求項 2】 前記素子を前記素子保持層上に転写した状態で、前記素子保持層上の前記素子を洗浄する工程を有することを特徴とする請求項 1 記載の素子の転写方法。

【請求項 3】 前記第二基板上には予め接着剤層が形成され、前記素子保持層に転写された前記素子を第二基板に転写する際に、エネルギービームが前記接着剤層に照射されることを特徴とする請求項 1 記載の素子の転写方法。

【請求項 4】 前記素子は前記エネルギービームの照射によってアブレーションを生じさせる材料によって形成されており、前記エネルギービームの選択的な照射によってアブレーションが生じて前記素子と前記第一基板との間の界面で剥離が生ずることを特徴とする請求項 1 記載の素子の転写方法。

【請求項 5】 前記素子は窒化物半導体材料により構成されることを特徴とする請求項 4 記載の素子の転写方法。

【請求項 6】 前記窒化物半導体材料は G a N 系材料であることを特徴とする請求項 5 記載の素子の転写方法。

【請求項 7】 前記第一基板はサファイヤ基板であることを特徴とする請求項 1 記載の素子の転写方法。

【請求項 8】 前記素子は尖頭部を有する構造若しくは平板状の構造を有することを特徴とする請求項 1 記載の素子の転写方法。

【請求項 9】 前記素子は発光素子であることを特徴とする請求項 1 記載の素子

の転写方法。

【請求項10】 前記素子は尖頭部を有する構造とされ、前記素子保持層は該尖頭部と嵌合する形状の凹部を表面に形成してなることを特徴とする請求項1記載の素子の転写方法。

【請求項11】 前記素子保持層はシリコン樹脂層からなることを特徴とする請求項11記載の素子の転写方法。

【請求項12】 尖頭部を有する素子を形成した基板を用意し、素子保持基板上に未硬化のシリコン樹脂層を形成した後、前記尖頭部を有する素子を形成した基板を前記素子保持基板に貼り合わせ、前記シリコン樹脂層を前記尖頭部と嵌合する形状の凹部を表面に形成することを特徴とする素子保持基板の形成方法。

【請求項13】 前記尖頭部を有する素子を形成した基板を前記素子保持基板に貼り合わせる前に、前記素子上には剥離剤が塗布されてなることを特徴とする請求項12記載の素子保持基板の形成方法。

【請求項14】 基板と、該基板上に形成されたシリコン樹脂層を有し、前記シリコン樹脂層の表面には保持される素子の尖頭部と嵌合する形状の凹部が形成されていることを特徴とする素子保持基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は微細加工された素子を選択的に剥離して他の基板上に転写する素子の転写方法、素子保持基板の形成方法及び素子保持基板に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、発光素子をマトリクス状に配列して画像表示装置に組み上げる場合には、液晶表示装置（LCD：Liquid Crystal Display）やプラズマディスプレイパネル（PDP：Plasma Display Panel）のように基板上に素子を形成するか、或いは発光ダイオードディスプレイ（LEDディスプレイ）のように単体のLEDパッケージを配列することが行われている。従来のLCD、PDPの如き画像表示装置においては、素子や画素のピッチとその製造プロセスに関し、素子分離が

できないために製造プロセスの当初から各素子はその画像表示装置の画素ピッチだけ間隔を空けて形成することが通常行われている。

#### 【0003】

また、発光素子に限らず、半導体薄膜素子や半導体素子を密に一旦基板上に形成し、他の基板に転写する技術があり、例えば特開平11-26733号公報に記載される薄膜デバイスの転写方法においては、液晶制御素子としての薄膜デバイスの製造時に使用した基板と製品の実装時に使用する基板とを異ならせ、実装時に使用する基板に対して薄膜デバイスを転写することが行われている。また、他の転写技術としては、例えば特開平7-254690号公報に記載される転写方法があり、基板上の素子部分（半導体板）との境界部分に微小気泡を生ずる膜が形成され、レーザービームの照射によって微小気泡を発生させて素子部分（半導体板）が支持体側に転写される例も知られている。さらに、特開平11-142878号に記載される技術では、第1の基板上の液晶表示部を構成する薄膜トランジスタが第2の基板上に全体転写され、次にその第2の基板から選択的に画素ピッチに対応する第3の基板に転写する技術が開示されている。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが前述のような転写技術では、次のような問題が生ずる。先ず、特開平11-26733号公報に記載される薄膜デバイスの転写方法においては、第二分離層の熱溶融性接着剤層にはレーザー光の照射によってアブレーションが生じ、その際にガスなどが発生することになり、その処理がプロセス上問題となる。また、その熱溶融性接着剤層は素子を二次転写体に転写したときに接着剤層自体が残存することになり、キシレンなどを使用しながらの除去が必要となる。接着剤層であるエポキシ樹脂を硬化させて次転写体に接着させるには、エポキシ樹脂の硬化のための長い硬化時間が必要になる。更に、薄膜トランジスタなどの薄膜デバイスを基板全体から剥離するために、基板全面のアモルファスシリコンを予め形成しておく必要があり、且つ基板全面にレーザー照射をしなければならない。

#### 【0005】

特開平 7 - 2 5 4 6 9 0 号公報に記載される転写方法においては、レーザー照射が支持体を透過するため、支持体がレーザーを透過するものに限定される。また、当公報には、半導体板と支持体との間で十分な結合エネルギーが提供され、支持体へ付着すると記載されているが、半導体板と支持体との間でレーザーの吸収が行われていることになり、アブレーションによって気泡が生じ半導体素子が破壊されることになりかねず、歩留まりが低下してしまうことになる。

## 【 0 0 0 6 】

また、特開平 1 1 - 1 4 2 8 7 8 号に記載される技術では、転写対象の薄膜トランジスタ素子の部分に選択的に紫外線が選択的に照射され、薄膜トランジスタ素子と転写元基板の間に形成された UV 剥離樹脂の接着力を低下させることが行われている。ところが、紫外線の照射によって UV 剥離樹脂の接着力が低下するには時間がかかり、プロセス上のスループットの低下を招き、また、十分は接着力の低下が得られないときでは、転写の歩留まりも低下してしまうことになる。

## 【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は微細加工された素子を転写する際に、工程の増加を招かずに短時間での転写を可能とし、転写の歩留まりも低下しないような素子の転写方法、素子保持基板の製造方法、及び素子保持基板を提供することを目的とする。

## 【 0 0 0 8 】

## 【課題を解決するための手段】

上述の技術的な課題を解決するため、本発明の素子の転写方法は、第一基板と該第一基板上に形成した素子の界面にエネルギービームを該第一基板を透過しながら選択的に照射して該素子を選択的に剥離する工程と、前記選択的に剥離された素子を素子保持基板上に形成された素子保持層に転写する工程と、前記素子保持層に転写された前記素子を第二基板に転写する工程とを有することを特徴とする。

## 【 0 0 0 9 】

上述の素子の転写方法においては、素子の剥離用のエネルギービームは素子と第一基板の界面に選択的に照射されるため、不要な部分へエネルギーがなく、素子と基板の界面での剥離が短時間で行われ、素子と基板の界面はわざわざ形成し

たものではなく、素子を形成する過程で自然に形成される面であるために、剥離を目的とする工程数の増加は最小限に抑えることができる。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明において、特に素子としてはエネルギービームの照射によってアブレーションを生じさせる材料で構成された素子を使用することができ、例えば、窒化物半導体材料からなる半導体発光素子などを用いることができる。この窒化物半導体材料からなる半導体発光素子は、サファイヤ基板上に結晶成長させて作成することが可能であり、サファイヤ基板は所要のエネルギービームを透過するために、剥離を生じさせるエネルギービームを当該サファイヤ基板と半導体発光素子の界面に導くことができる。

#### 【 0 0 1 1 】

また、本発明の素子保持基板の形成方法は、尖頭部を有する素子を形成した基板を用意し、素子保持基板上に未硬化のシリコン樹脂層を形成した後、前記尖頭部を有する素子を形成した基板を前記素子保持基板に貼り合わせ、前記シリコン樹脂層を前記尖頭部と嵌合する形状の凹部を表面に形成することを特徴とする。

#### 【 0 0 1 2 】

シリコン樹脂層の表面に素子の尖頭部と嵌合する形状の凹部が形成されるため、保持の際に位置ずれなどの生じないように確実に尖頭部を有する素子を保持することができる。更にシリコン樹脂層は表面自体に粘着性があり、尖頭部と凹部による嵌合から素子を確実に保持できる。

#### 【 0 0 1 3 】

##### 【発明の実施の態様】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、第1実施形態は平板状の発光ダイオードを選択的に転写する方法の例であり、第2実施形態は尖頭部を有する発光ダイオードを選択的に転写する方法の例であり、また、第3実施形態はシリコン樹脂層を用いた素子保持基板の製造方法の例である。

#### 【 0 0 1 4 】



## [第 1 実施形態]

本実施形態の素子の転写方法について、図 1 乃至図 5 を参照しながら説明する。まず、図 1 に示すように、光透過性の第一基板であるサファイヤ基板 1 0 上に、発光ダイオード 1 2 がマトリクス状に配列されるように複数形成される。この発光ダイオード 1 2 は、窒化ガリウムなどの窒化物半導体系の材料によって構成される素子であり、一例として、活性層をクラッド層が挟んで構成されたダブルヘテロ構造を有する。発光ダイオード 1 2 は、サファイヤ基板 1 0 上で選択成長などによって窒化ガリウム結晶層などを積層させることで構成され、この図 1 の段階では所要の発光領域は形成されているが、最終的な配線は施されていない。マトリクス状に配列される発光ダイオード 1 2 は、個々の素子ごとに分離されてサファイヤ基板 1 0 上に配置されている。個々の素子ごとには、例えば、R I E（反応性イオンエッチング）などによって分離可能である。発光ダイオード 1 2 は略平板状であり、当該発光ダイオード 1 2 の活性層、クラッド層はサファイヤ基板 1 0 の主面と平行な面で延在される。

## 【 0 0 1 5 】

これらの発光ダイオード 1 2 を一時保持するための素子保持基板 1 4 が用意され、その素子保持基板 1 4 のサファイヤ基板 1 0 に対向する面には素子保持層 1 3 が形成されている。素子保持基板 1 4 は所要の剛性を有した基板であり、半導体基板、石英ガラス基板、ガラス基板、プラスチック基板、金属基板などの種々の基板を用いることができる。この素子保持基板 1 4 は特にレーザー光などの光を透過させる必要がないので、光透過性の材料でなくとも良い。素子保持層 1 3 は一時的に発光ダイオード 1 2 の表面に接着して発光ダイオード 1 2 を保持する接着層である。素子保持層 1 3 は熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂などによって構成することができるが、特にシリコーン樹脂を用いることが好適である。シリコーン樹脂はエキシマレーザーや Y A G レーザーの光を照射した場合でもアブレーションが発生せず、素子のみを剥離することができるので歩留まりを良くすることができる。

## 【 0 0 1 6 】

素子保持層 1 3 が表面に形成された素子保持基板 1 4 がサファイヤ基板 1 0 の

主面に対峙され、所要の圧力で複数の発光ダイオード12が素子保持層13の表面に圧着される。次に、図1に示すように、エキシマレーザーやYAGレーザーなどのレーザー光15を選択的に照射して、選択対象となる発光ダイオード12とサファイヤ基板10の界面にレーザーアブレーションを生じさせる。レーザーアブレーションとは、照射光を吸収した固定材料が光化学的または熱的に励起され、その表面や内部の原子または分子の結合が切断されて放出することをいい、主に固定材料の全部または一部が溶融、蒸発、気化などの相変化を生じる現象として現れる。このレーザーアブレーションによって、選択対象となる発光ダイオード12とサファイヤ基板10の間ではGaN系材料が金属のGaと窒素に分解してガスが発生する。このため発光ダイオード12は比較的簡単に剥離できる。照射されるレーザー光15としては、特に短波長域で高出力であることから、エキシマレーザーを用いることが好ましく、瞬時での処理が可能である。レーザー光15は選択対象となる発光ダイオード12に選択的に照射される。選択的な照射を行うために、所要の開口部を有するマスクを使用したり、照射、非照射を制御しながら走査するようにすることも可能である。

## 【0017】

図2はレーザーアブレーションにより、発光ダイオード12が選択的に剥離されたところを示す図であり、素子保持層13の表面13aに選択対象とされた発光ダイオード12が貼り付いて素子保持基板14側に保持される。

## 【0018】

次に、図3に示すように、発光ダイオード12が保持された素子保持基板14を基板ごと洗浄槽16内の洗浄液16fに浸漬し、発光ダイオード12のレーザーアブレーションによって剥がれた面に残存する金属等を洗浄によって除去する。この金属等は、主にレーザーアブレーションによって蒸発した窒素により生成された金属Gaを主体とするものである。洗浄液16fとしては、アルカリ系、酸系のどちらのエッチング液を用いても良く、この工程においても素子保持層13として特にシリコン樹脂を用いた場合では、発光ダイオード12が素子保持層13の表面13aに貼りつけたまま洗浄を進めることができ、且つシリコン樹脂は耐アルカリ、耐酸性であるため、侵食されることがなく、そのまま発光ダ

イオード 1 2 を保持できる。

【 0 0 1 9 】

発光ダイオード 1 2 の洗浄の後、図 4 に示すように、主面上に接着剤層 1 9 が形成された第二基板 1 8 を用意する。この第二基板 1 8 は例えば石英ガラスなどの光透過性材料で構成され、また、接着剤層 1 9 としては UV 硬化型接着剤や、熱硬化型接着剤、熱可塑型接着剤などを用いることができる。この主面上に接着剤層 1 9 が形成された第二基板 1 8 を発光ダイオード 1 2 が保持された素子保持基板 1 4 上に合わせ、エネルギー光 1 7 の照射を行って、素子保持基板 1 4 上の発光ダイオード 1 2 を第二基板 1 8 に転写する。接着剤層 1 9 が UV 硬化型接着剤の場合には、エネルギー光 1 7 として紫外線を照射することで接着剤層 1 9 を硬化することができ、接着剤層 1 9 の未硬化領域 1 9 y を発光ダイオード 1 2 に当接させた後に、紫外線を照射することで発光ダイオード 1 2 を着実に固着できる。接着剤層 1 9 が熱硬化型接着剤或いは熱可塑型接着剤の場合には、赤外線レーザー光を照射して硬化もしくは再溶融して接着できることになる。発光ダイオード 1 2 に対応する領域だけを硬化や再溶融して発光ダイオード 1 2 を接着するようにすることもでき、接着剤層 1 9 の全面を一括して硬化させたり再溶融させて発光ダイオード 1 2 を接着するようにしても良い。素子保持層 1 3 として特にシリコン樹脂を用いた場合には、接着剤層 1 9 と素子保持層 1 3 が接触した場合でも、剥離性が優れており、容易に素子保持基板 1 4 を剥がすことができる。

【 0 0 2 0 】

最後に、図 5 に示すように、素子保持層 1 3 ごと素子保持基板 1 4 が取り去られ、選択的な発光ダイオード 1 2 の転写が行われた第二基板 1 8 が得られることになる。

【 0 0 2 1 】

上述の素子の転写方法においては、素子の剥離用のエネルギービームは素子と第一基板の界面に選択的に照射されるため、レーザーアブレーションによって素子と基板の界面での剥離が短時間で行われ、素子などへの損傷は生じない。素子と基板の界面はわざわざ形成したものではなく、素子を形成する過程で自然に形成される面であるために、剥離を目的とする剥離用の薄膜の形成は不要であって

、工程数の増加は最小限に抑えることができる。また、発光ダイオード 1 2 は平板型であり、例えばシリコン樹脂などより構成される素子保持層 1 3 に確実に貼りついて、位置ずれもなく転写される。従って、製造の歩留まりの低下を抑えて画像表示装置などを製造できることになる。

#### 【 0 0 2 2 】

##### [第 2 実施形態]

本実施形態の素子の転写方法について、先ず、図 6 に本実施形態で使用される素子の一例としての発光素子の構造を示す。この発光素子は尖頭部を有した素子構造を有する。図 6 の ( a ) が素子断面図であり、図 6 の ( b ) が平面図である。この発光素子は G a N 系の発光ダイオードであり、たとえばサファイヤ基板上に結晶成長される素子である。このような G a N 系の発光ダイオードでは、基板を透過するレーザー照射によってレーザーアブレーションが生じ、G a N の窒素が気化する現象にともなってサファイヤ基板と G a N 系の成長層の間の界面で膜剥がれが生じ、素子分離を容易なものにできる特徴を有している。

#### 【 0 0 2 3 】

まず、その構造については、G a N 系半導体層からなる下地成長層 3 1 上に選択成長された六角錐形状の G a N 層 3 2 が形成されている。なお、下地成長層 3 1 上には図示しない絶縁膜が存在し、六角錐形状の G a N 層 3 2 はその絶縁膜を開口した部分に M O C V D 法などによって形成される。この G a N 層 3 2 は、成長時に使用されるサファイヤ基板の主面を C 面とした場合に S 面 ( 1 - 1 0 1 面 ) で覆われたピラミッド型の成長層であり、シリコンをドーピングさせた領域である。この G a N 層 3 2 の傾斜した S 面の部分はダブルヘテロ構造のクラッドとして機能する。G a N 層 3 2 の傾斜した S 面を覆うように活性層である I n G a N 層 3 3 が形成されており、その外側にマグネシウムドーピングの G a N 層 3 4 が形成される。このマグネシウムドーピングの G a N 層 3 4 もクラッドとして機能する。

#### 【 0 0 2 4 】

このような発光ダイオードには、p 電極 3 5 と n 電極 3 6 が形成されている。p 電極 3 5 はマグネシウムドーピングの G a N 層 3 4 上に形成される N i / P t / A u または N i ( P d ) / P t / A u などの金属材料を蒸着して形成される。n

電極 36 は前述の図示しない絶縁膜を開口した部分で  $Ti/Al/Pt/Au$  などの金属材料を蒸着して形成される。なお、下地成長層 31 の裏面側から n 電極取り出しを行う場合は、n 電極 36 の形成は下地成長層 31 の表面側には不要となる。

## 【0025】

このような構造の GaN 系の発光ダイオードは、六角錐形状からなる尖頭部を備えた青色発光も可能な素子であって、特にレーザーアブレーションによって比較的簡単にサファイヤ基板から剥離することができ、レーザービームを選択的に照射することで選択的な剥離が実現される。なお、GaN 系の発光ダイオードとしては、平板上や帯状に活性層が形成される構造であっても良く、上端部に C 面が形成された角錐構造のものであっても良い。また、他の窒化物系発光素子や化合物半導体素子などであっても良い。

## 【0026】

図 7 乃至図 11 を参照しながら説明する。図 7 に示すように、光透過性の第一基板であるサファイヤ基板 40 上に、六角錐形状の尖頭部 42a を備えた発光ダイオード 42 がマトリクス状に配列されるように複数形成される。この発光ダイオード 42 は、窒化ガリウムなどの窒化物半導体系の材料によって構成される素子であり、一例として、活性層をクラッド層が挟んで構成されたダブルヘテロ構造を有する。発光ダイオード 42 は、主面を C 面とするサファイヤ基板 40 上で選択成長などによって窒化ガリウム結晶層などを積層させることで構成され、この図 4 の段階では所要の発光領域は形成されているが、最終的な配線は施されていない。マトリクス状に配列される発光ダイオード 42 は、個々の素子ごとに分離されてサファイヤ基板 40 上に配置されている。個々の素子ごとには、例えば、RIE（反応性イオンエッチング）などによって分離可能である。発光ダイオード 42 の活性層、クラッド層は尖頭部 42a の斜面と平行な面に延在される。

## 【0027】

これらの発光ダイオード 42 を一時保持するための素子保持基板 44 が用意され、その素子保持基板 44 のサファイヤ基板 40 に対向する面にはシリコン樹脂層 43 が形成されている。素子保持基板 44 は所要の剛性を有した基板であり

、半導体基板、石英ガラス基板、ガラス基板、プラスチック基板、金属基板などの種々の基板を用いることができる。この素子保持基板44は特にレーザー光などの光を透過させる必要がないので、光透過性の材料でなくとも良い。シリコン樹脂層43は一時的に発光ダイオード42の表面に接着して発光ダイオード42を保持する接着層である。このシリコン樹脂層43の表面には複数の凹部43bが発光ダイオード42の位置に形成されており、その各凹部43bの形状は発光ダイオード42の尖頭部42aを雄型とした場合の雌型の関係にあり、丁度尖頭部42aが嵌合する形状となっている。特に素子保持層としてシリコン樹脂を用いることがで、エキシマレーザーやYAGレーザーの光を照射した場合でもアブレーションが発生せず、素子のみを剥離することができ、歩留まりを良くすることができる。

## 【0028】

シリコン樹脂層43が表面に形成された素子保持基板44がサファイヤ基板40の主面に対峙され、所要の圧力で複数の発光ダイオード42がシリコン樹脂層43の表面に圧着される。次に、図7に示すように、エキシマレーザーやYAGレーザーなどのレーザー光45を選択的に照射して、選択対象となる発光ダイオード42とサファイヤ基板40の界面にレーザーアブレーションを生じさせる。レーザーアブレーションによって、選択対象となる発光ダイオード42とサファイヤ基板40の間ではGa<sub>2</sub>N系材料が金属のGaと窒素に分解してガスが発生して、発光ダイオード42は比較的簡単に剥離できる。照射されるレーザー光45としては、特に短波長域で高出力であることから、エキシマレーザーを用いることが好ましく、瞬時での処理が可能である。レーザー光45は選択対象となる発光ダイオード42に選択的に照射される。選択的な照射を行うために、所要の開口部を有するマスクを使用したり、照射、非照射を制御しながら走査するようにすることも可能である。

## 【0029】

図8はレーザーアブレーションにより、発光ダイオード42が選択的に剥離されたところを示す図であり、シリコン樹脂層43の表面に形成された凹部43bに選択対象とされた発光ダイオード42の尖頭部42aが嵌合して素子保持基

板44側に着実に保持される。仮に、凹部43bを設けずに、平坦な表面で尖頭部42aを有する発光ダイオード42を保持しようとした場合では、尖頭部42aが倒れてしまって正確な位置決めができないなども問題が生ずるが、本実施形態のように、凹部43bを設けることで発光ダイオード42が確実に保持されることになる。

## 【0030】

次に図9に示すように、発光ダイオード42が保持された素子保持基板44を基板ごと洗浄槽46内の洗浄液46fに浸漬し、発光ダイオード42のレーザーアブレーションによって剥がれた面に残存する金属等を洗浄によって除去する。この金属等は、主にレーザーアブレーションによって蒸発した窒素により生成された金属Gaを主体とするものである。洗浄液46fとしては、アルカリ系、酸系のどちらのエッチング液を用いても良く、この工程においてもシリコーン樹脂層43として特にシリコーン樹脂を用いた場合は、発光ダイオード42がシリコーン樹脂層43の表面43aに貼りつけたまま洗浄を進めることができ、且つシリコーン樹脂は耐アルカリ、耐酸性であるため、侵食されることがなく、そのまま発光ダイオード42を保持できる。

## 【0031】

発光ダイオード42の洗浄の後、図10に示すように、主面上に接着剤層49が形成された第二基板48を用意する。この第二基板48は例えば石英ガラスなどの光透過性材料で構成され、また、接着剤層49としてはUV硬化型接着剤や、熱硬化型接着剤、熱可塑型接着剤などを用いることができる。この主面上に接着剤層49が形成された第二基板48を発光ダイオード42が保持された素子保持基板44上に合わせ、エネルギー光47の照射を行って、素子保持基板44上の発光ダイオード42を第二基板48に転写する。接着剤層49がUV硬化型接着剤の場合には、エネルギー光47として紫外線を照射することで接着剤層49を硬化することができ、接着剤層49の未硬化領域49yを発光ダイオード42に当接させた後に、紫外線を照射することで発光ダイオード42を着実に固着できる。接着剤層49が熱硬化型接着剤或いは熱可塑型接着剤の場合には、赤外線レーザー光を照射して硬化もしくは再溶融して接着できることになる。発光ダイ

オード42に対応する領域だけを硬化や再溶融して発光ダイオード42を接着するようにすることもでき、接着剤層49の全面を一括して硬化させたり再溶融させて発光ダイオード42を接着するようにしても良い。素子保持層としてシリコン樹脂層43を形成していることから、接着剤層49とシリコン樹脂層43が接触した場合でも、剥離性が優れており、容易に素子保持基板44を剥がすことができる。

#### 【0032】

最後に、図5に示すように、凹部43bが形成されたシリコン樹脂層43ごと素子保持基板44が取り去られ、選択的な発光ダイオード42の転写が行われた第二基板48が得られることになる。

#### 【0033】

上述の素子の転写方法においては、素子の剥離用のエネルギービームは素子と第一基板の界面に選択的に照射されるため、レーザーアブレーションによって素子と基板の界面での剥離が短時間で行われ、素子などへの損傷は生じない。素子と基板の界面はわざわざ形成したものではなく、素子を形成する過程で自然に形成される面であるために、剥離を目的とする剥離用の薄膜の形成は不要であって、工程数の増加は最小限に抑えることができる。また、発光ダイオード42は尖頭部42aを有した構造とされているが、素子保持層であるシリコン樹脂層43には該尖頭部42aと嵌合する凹部43bが形成されていることから、発光ダイオード42はシリコン樹脂層43に確実に貼りついて、位置ずれもなく転写される。従って、製造の歩留まりの低下を抑えて画像表示装置などを製造できることになる。

#### 【0034】

##### [第3の実施形態]

本実施形態は凹部を有するシリコン樹脂層を形成した素子保持基板と、その形成方法についての実施形態である。図12乃至図14を参照しながらその形成方法について説明する。

#### 【0035】

はじめに図12に示すように、サファイヤ基板50上に六角錐形状の尖頭部5



2aを備えた発光ダイオード52がマトリクス状に配列されるように複数形成される。この発光ダイオード52は、図6に示した発光ダイオードと同じ構成であり、窒化ガリウムなどの窒化物半導体系の材料によって構成される素子である。このマトリクス状に配列される発光ダイオード52は、個々の素子ごとに分離されてサファイヤ基板50上に配置されている。これら発光ダイオード52上には剥離層53が形成される。ここで剥離層53としてはテフロンやシリコンなどの材料層が使用され、あるいは他の離型剤などを使用しても良い。このとき素子の形状を損なうことのないように、剥離層53の材料の粘度を低くする。このような低粘度への制御はキシレンなどの溶剤を使用することで可能である。

## 【0036】

発光ダイオード52上を覆う剥離層53を硬化させた後、図13に示すように、素子保持基板55をサファイヤ基板50に対峙させ、これら素子保持基板55とサファイヤ基板50の間にボイドが入らないようにシリコン樹脂を注入する。するとシリコン樹脂は剥離層53が形成された発光ダイオード52の各尖頭部52aの間に回りこみ、発光ダイオード52の各尖頭部52aの形状を反映して硬化する。このシリコン樹脂の硬化によって尖頭部52aと嵌合する形状の凹部54bを表面に形成するシリコン樹脂層54が素子保持基板55上に形成される。

## 【0037】

続いて、型として使用した各発光ダイオード52をサファイヤ基板50ごと抜き取り、図14に示すように、尖頭部52aと嵌合する形状の凹部54bを表面に有するシリコン樹脂層54を備えた素子保持基板55を完成する。サファイヤ基板50は、各発光ダイオード52上には剥離層53が形成されているために、容易に剥離することができる。

## 【0038】

このような尖頭部52aと嵌合する凹部54bを有するシリコン樹脂層54を備えた素子保持基板55を用いることで、発光ダイオード52は尖頭部52a側が保持されて転写されるにもかかわらず、尖頭部52aと凹部54bが確実に嵌合するため、その位置ズレのない転写が実現される。また、シリコン樹脂層

は、レーザーアブレーションを生じないなどの利点があり、また、洗浄液に対しても耐アルカリ、耐酸性など点で取り扱いが容易である。

#### 【 0 0 3 9 】

##### [第 4 実施形態]

本実施形態の素子の転写方法について、図 1 5 乃至図 1 9 を参照しながら説明する。本実施形態は液晶表示素子に用いられる薄膜トランジスタ素子の転写の例である。先ず、図 1 5 に示すように、光透過性の第一基板であるガラスなどの透明基板 6 1 上に、薄膜トランジスタ (T F T) 素子 6 2 がマトリクス状に配列されるように複数形成される。この時、薄膜トランジスタ素子 6 2 は液晶としての画素のピッチよりも大幅に狭いピッチで形成される。換言すると、転写時にピッチを広げられることから、薄膜トランジスタ素子 6 2 自体は高密度に形成することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

この薄膜トランジスタ素子 6 2 の構造については、図 1 5 の右側の拡大図に示すように、再結晶化されたシリコンなどの半導体薄膜 6 2 a 上にゲート絶縁膜を介してゲート電極層 6 2 g が形成されており、半導体薄膜 6 2 a は例えばシリコン酸化膜などからなる絶縁領域 6 0 の上に形成されている。半導体薄膜 6 2 a とゲート電極層 6 2 g は層間絶縁膜 6 2 i に被覆されており、半導体薄膜 6 2 a に形成されたソースドレイン領域 6 2 s d、6 2 s d 上の層間絶縁膜 6 2 i が開口され、配線電極 6 2 e が形成されている。絶縁領域 6 0 の下部には、レーザー照射によってレーザーアブレーションを生じさせる剥離膜 5 9 が形成される。

#### 【 0 0 4 1 】

この薄膜トランジスタ素子 6 2 は、後述するようにアクティブマトリクス型の液晶表示装置の各画素ごとに配列される素子であり、ガラスやプラスチックなどの透明材料からなる第二基板上に第一基板上から位置を離間するように形成される。この図 1 の段階では所要のトランジスタ領域は形成されているが、最終的な配線は施されていない。マトリクス状に配列される薄膜トランジスタ素子 6 2 は、個々の素子ごとに分離されて透明基板 6 1 上に配置されている。個々の薄膜トランジスタ素子 6 2 ごとには、例えば、R I E (反応性イオンエッチング) など

によって分離可能である。

【0042】

これら薄膜トランジスタ素子62のを一時保持するための素子保持基板64が用意され、その素子保持基板64の透明基板61に対向する面には素子保持層63が形成されている。素子保持基板64は所要の剛性を有した基板であり、半導体基板、石英ガラス基板、ガラス基板、プラスチック基板、金属基板などの種々の基板を用いることができる。この素子保持基板64は特にレーザー光などの光を透過させる必要がないので、光透過性の材料でなくとも良い。素子保持層63は一時的に薄膜トランジスタ素子62の表面に接着して薄膜トランジスタ素子62を保持する接着層である。素子保持層63は熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂などによって構成することができるが、特にシリコン樹脂を用いることが好適である。シリコン樹脂はエキシマレーザーやYAGレーザーの光を照射した場合でもアブレーションが発生せず、素子のみを剥離することができるので歩留まりを良くすることができる。

【0043】

素子保持層63が表面に形成された素子保持基板64が透明基板61の主面に対峙され、所要の圧力で複数の薄膜トランジスタ素子62が素子保持層63の表面に圧着される。図15に示すように、エキシマレーザーやYAGレーザーなどのレーザー光を選択的に照射して、選択対象となる薄膜トランジスタ素子62と透明基板61の界面にレーザーアブレーションを生じさせる。このレーザーアブレーションによって、選択対象となる薄膜トランジスタ素子62と透明基板61の間では、薄膜トランジスタ素子62の底部に形成された剥離膜59にガスが発生する。このため薄膜トランジスタ素子62は比較的簡単に剥離できる。照射されるレーザー光としては、特に短波長域で高出力であることから、エキシマレーザーを用いることが好ましく、瞬時での処理が可能である。レーザー光は選択対象となる薄膜トランジスタ素子62に選択的に照射される。選択的な照射を行うために、所要の開口部を有するマスクを使用したり、照射、非照射を制御しながら走査するようにすることも可能である。剥離膜59としては、選択的に照射されるレーザーの特性に合わせた膜を選ぶことができ、たとえば非晶質シリコン薄

膜や窒化膜などを用いることができる。

【0044】

図16はレーザーアブレーションにより、薄膜トランジスタ素子62が選択的に剥離されたところを示す図であり、素子保持層63の表面63aに選択対象とされた薄膜トランジスタ素子62が貼り付いて素子保持基板64側に保持される。このような選択的な剥離によって、第一基板上での素子ピッチを広げることができる。ここで選択対象とされる薄膜トランジスタ素子62の間隔は液晶表示装置の間隔と同じものとすることができ、高密度に形成した薄膜トランジスタ素子62を実装用の基板上で離間するようにできることになる。

【0045】

所要の洗浄等を行った後、図17に示すように、主面上に接着剤層69が形成された第二基板68を用意する。この第二基板68は例えば石英ガラスなどの光透過性材料で構成され、また、接着剤層69としてはUV硬化型接着剤や、熱硬化型接着剤、熱可塑型接着剤などを用いることができる。この主面上に接着剤層69が形成された第二基板68を薄膜トランジスタ素子62が保持された素子保持基板64上に合わせ、エネルギー光の照射を行って、素子保持基板64上の薄膜トランジスタ素子62を第二基板68に転写する。接着剤層69がUV硬化型接着剤の場合には、エネルギー光として紫外線を照射することで接着剤層69を硬化することができ、接着剤層69の未硬化領域69yを薄膜トランジスタ素子62に当接させた後に、紫外線を照射することで薄膜トランジスタ素子62を着実に固着できる。接着剤層69が熱硬化型接着剤或いは熱可塑型接着剤の場合には、赤外線レーザー光を照射して硬化もしくは再溶融して接着できることになる。薄膜トランジスタ素子62に対応する領域だけを硬化や再溶融して薄膜トランジスタ素子62を接着するようにすることもでき、接着剤層69の全面を一括して硬化させたり再溶融させて薄膜トランジスタ素子62を接着するようにしても良い。素子保持層63として特にシリコン樹脂を用いた場合には、接着剤層69と素子保持層63が接触した場合でも、剥離性が優れており、容易に素子保持基板64を剥がすことができる。

【0046】

次に図 1 8 に示すように、素子保持層 6 3 ごと素子保持基板 6 4 が取り去られ、選択的な薄膜トランジスタ素子 6 2 の転写が行われた第二基板 6 8 が得られることになる。この段階で、液晶表示装置の画素ピッチに合わせた位置に各薄膜トランジスタ素子 6 2 が配列されていることになる。

#### 【 0 0 4 7 】

各薄膜トランジスタ素子 6 2 を画素ピッチに合わせて第二基板 6 8 上に転写した後、図 1 9 に示すように、層間絶縁膜 7 0 が各薄膜トランジスタ素子 6 2 上に形成され、その層間絶縁膜 7 0 に所要の窓部や配線部を形成した後、透明な I T O などによって構成される画素電極 7 1 が各画素ごとに形成され、その上に配向膜 7 2 が形成される。これと平行して、透明対向基板 7 6 上に I T O 膜などによる共通電極 7 5 が形成され、その上に配向膜 7 4 が形成される。最後に、所要の空隙を持って第二基板 6 8 上と透明対向基板 7 6 上を対向させ、第二基板 6 8 上と透明対向基板 7 6 の間に液晶 7 3 を注入して液晶表示装置を完成する。

#### 【 0 0 4 8 】

上述の素子の転写方法においては、素子の剥離用のエネルギービームは薄膜トランジスタ素子 6 2 と第一基板の界面に選択的に照射されるため、レーザーアブレーションによって素子と基板の界面での剥離が短時間で行われ、素子などへの損傷は生じない。また、各薄膜トランジスタ素子 6 2 は略平板型であり、例えばシリコン樹脂などより構成される素子保持層 6 3 に確実に貼りついて、位置ずれもなく転写される。従って、製造の歩留まりの低下を抑えて液晶表示装置を製造できる。各薄膜トランジスタ素子 6 2 は第一基板上で高密度に形成されるため、大量生産による低コスト化が可能である。また、各薄膜トランジスタ素子 6 2 は画素ピッチに合わせて選択的に転写され、液晶表示装置の大画面化を容易に進めることができる。

#### 【 0 0 4 9 】

##### 【発明の効果】

上述のように、本発明の素子の転写方法においては、素子の剥離用のエネルギービームは素子と第一基板の界面に選択的に照射されるため、レーザーアブレーションによって素子と基板の界面での剥離が短時間で行われ、素子などへの損傷

は生じない。素子と基板の界面はわざわざ形成したものではなく、素子を形成する過程で自然に形成される面であるために、剥離を目的とする剥離用の薄膜の形成は不要であって、工程数の増加は最小限に抑えることができる。

【 0 0 5 0 】

また、素子としての発光ダイオードが尖頭部を有した構造とされる場合では、素子保持層には該尖頭部と嵌合する凹部が形成されていることから、発光ダイオードは素子保持層に確実に貼りついて、位置ずれもなく転写される。従って、製造の歩留まりの低下を抑えて画像表示装置などを製造できることになる。また、素子としての発光ダイオードや液晶表示装置の薄膜トランジスタ素子が平板型である場合でも、同様に素子保持層に確実に貼りついて、位置ずれもなく転写される。

【 0 0 5 1 】

また、本発明の素子保持基板と、その形成方法においては、素子の尖頭部に嵌合する凹部を形成した素子保持層を確実に形成することができ、前述の素子の転写方法に適用して、工程の増加を招かずに短時間での転写を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態の素子の転写方法におけるレーザー光の照射工程を示す工程断面図である。

【図 2】

本発明の第 1 実施形態の素子の転写方法における発光ダイオードの転写工程を示す工程断面図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施形態の素子の転写方法における発光ダイオードの洗浄工程を示す工程断面図である。

【図 4】

本発明の第 1 実施形態の素子の転写方法における発光ダイオードの第二基板への転写工程を示す工程断面図である。

【図 5】

本発明の第 1 実施形態の素子の転写方法における発光ダイオードの第二基板への転写後の状態を示す工程断面図である。

【図 6】

本発明の実施形態の素子の転写方法に用いられる発光素子の例を示す図であって、(a) 断面図と (b) 平面図である。

【図 7】

本発明の第 2 実施形態の素子の転写方法におけるレーザー光の照射工程を示す工程断面図である。

【図 8】

本発明の第 2 実施形態の素子の転写方法における発光ダイオードの転写工程を示す工程断面図である。

【図 9】

本発明の第 2 実施形態の素子の転写方法における発光ダイオードの洗浄工程を示す工程断面図である。

【図 10】

本発明の第 2 実施形態の素子の転写方法における発光ダイオードの第二基板への転写工程を示す工程断面図である。

【図 11】

本発明の第 2 実施形態の素子の転写方法における発光ダイオードの第二基板への転写後の状態を示す工程断面図である。

【図 12】

本発明の第 3 実施形態の素子保持基板の製造方法における剥離層の形成工程を示す工程断面図である。

【図 13】

本発明の第 3 実施形態の素子保持基板の製造方法におけるシリコン樹脂層の形成工程を示す工程断面図である。

【図 14】

本発明の第 3 実施形態の素子保持基板の製造方法における素子保持基板の剥離工程を示す工程断面図である。

【図 1 5】

本発明の第 4 実施形態の素子の転写方法におけるレーザー光の照射工程を示す工程断面図である。

【図 1 6】

本発明の第 4 実施形態の素子の転写方法における薄膜トランジスタ素子の剥離工程を示す工程断面図である。

【図 1 7】

本発明の第 4 実施形態の素子の転写方法における薄膜トランジスタ素子の接着工程を示す工程断面図である。

【図 1 8】

本発明の第 4 実施形態の素子の転写方法における薄膜トランジスタ素子の第二基板への転写工程を示す工程断面図である。

【図 1 9】

本発明の第 4 実施形態の素子の転写方法における液晶表示装置の組み立て工程を示す工程断面図である。

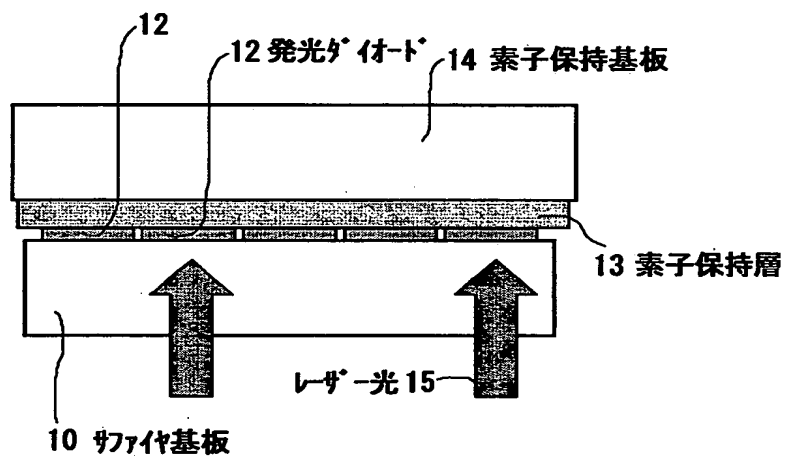
【符号の説明】

- 1 0、4 0    サファイヤ基板
- 1 2、  4 2    発光ダイオード
- 1 3    素子保持層
- 1 4、4 4    素子保持基板
- 1 5、4 5    レーザー光
- 1 6 f、4 6 f    洗浄液
- 1 8、4 8    第二基板
- 1 9、4 9    接着剤層
- 4 3    シリコン樹脂層
- 4 2 a    尖頭部
- 4 3 b    凹部

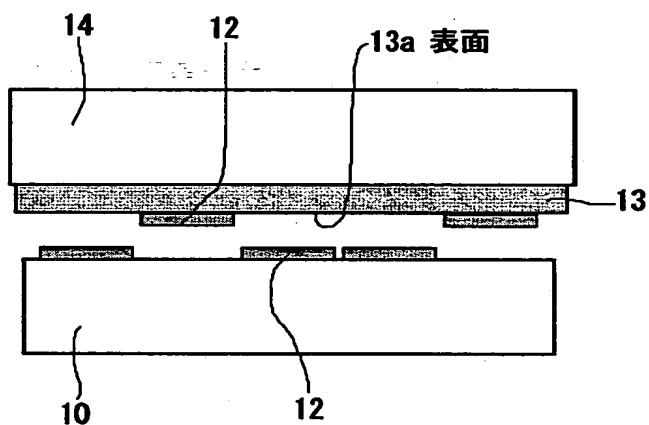


【書類名】 図面

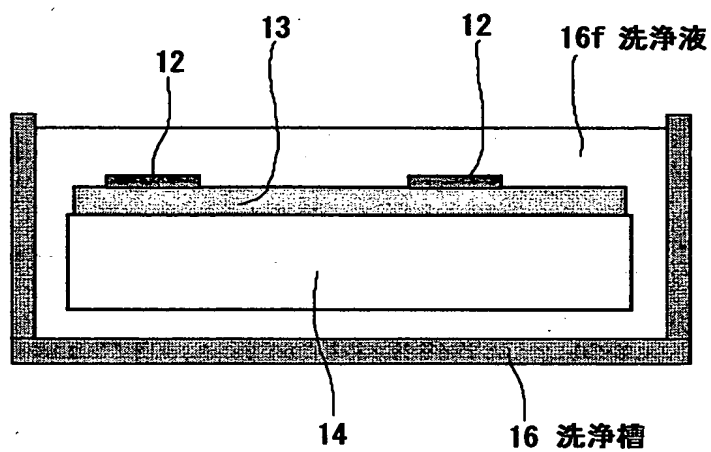
【図 1】



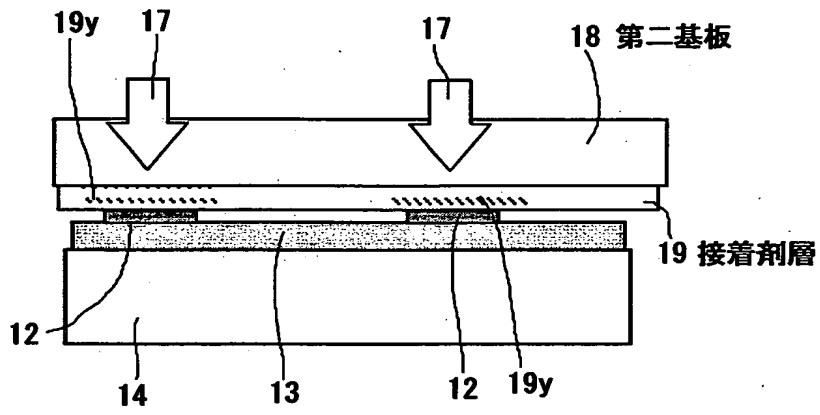
【図 2】



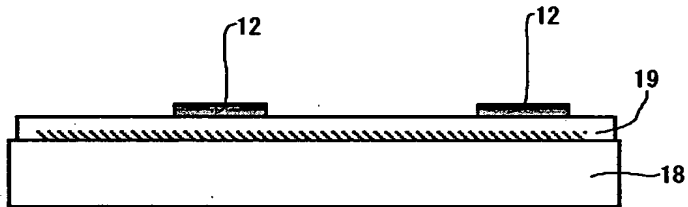
【図 3】



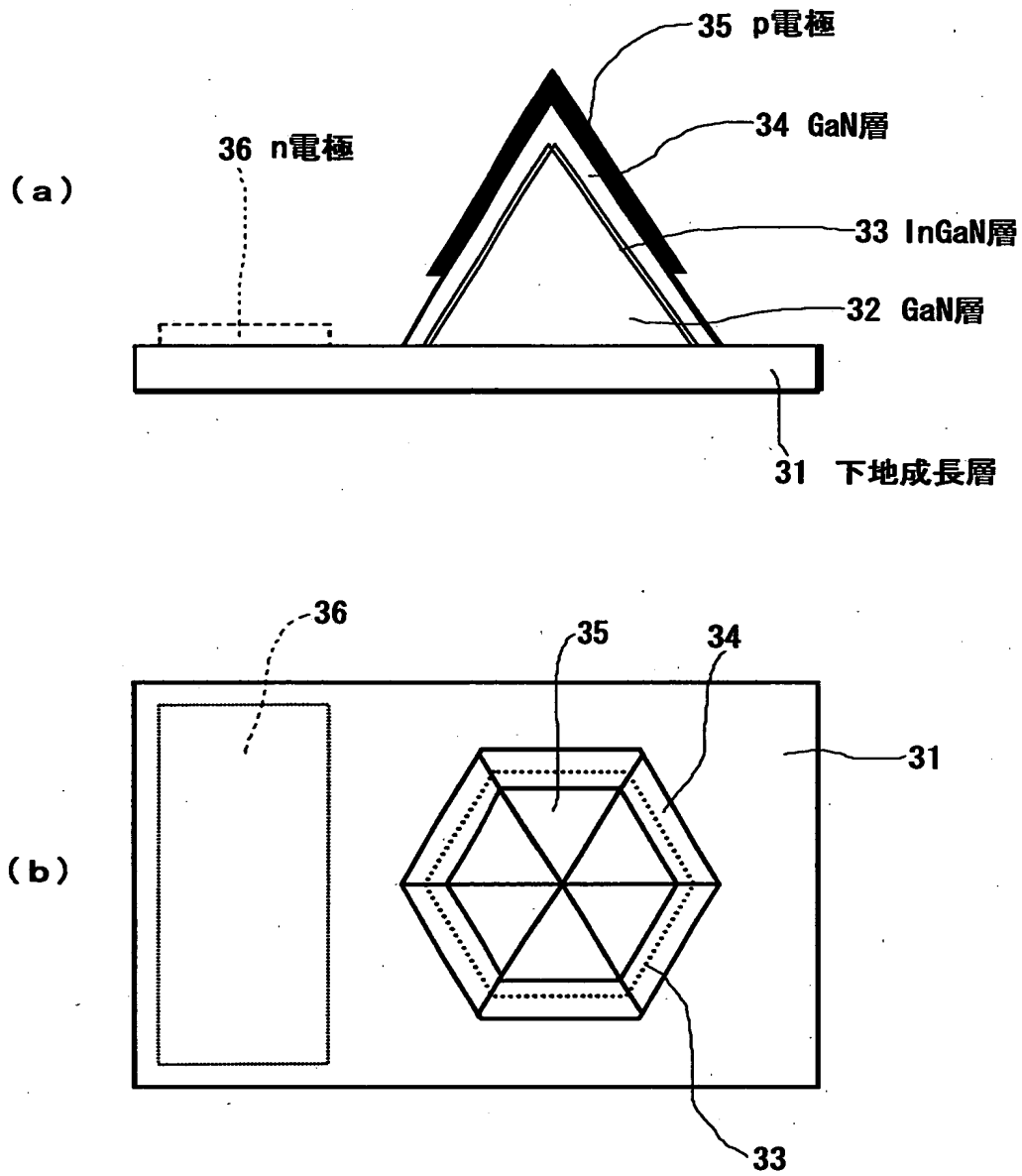
【図 4】



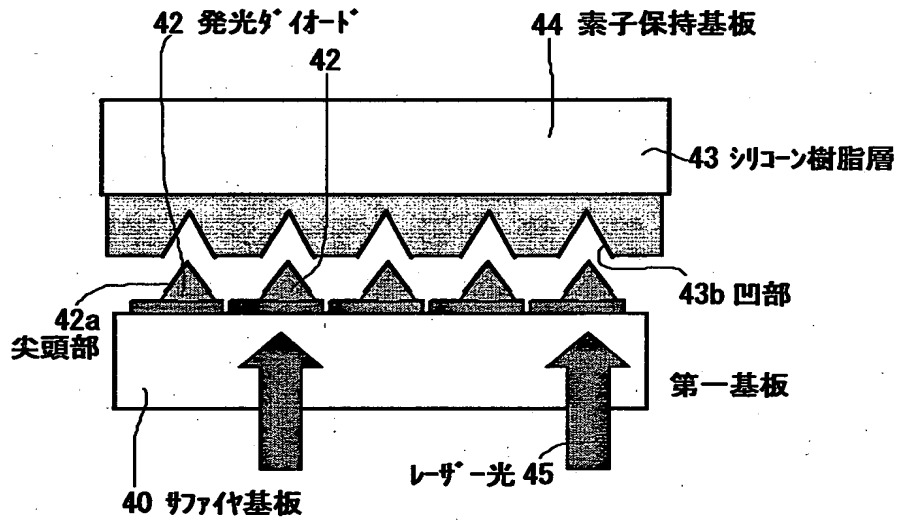
【図 5】



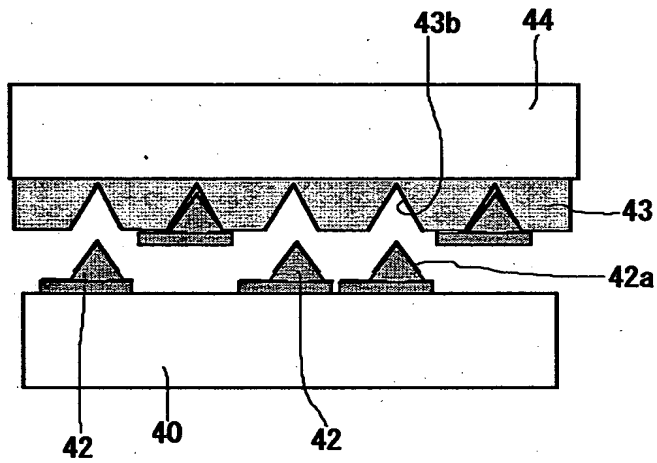
【図 6】



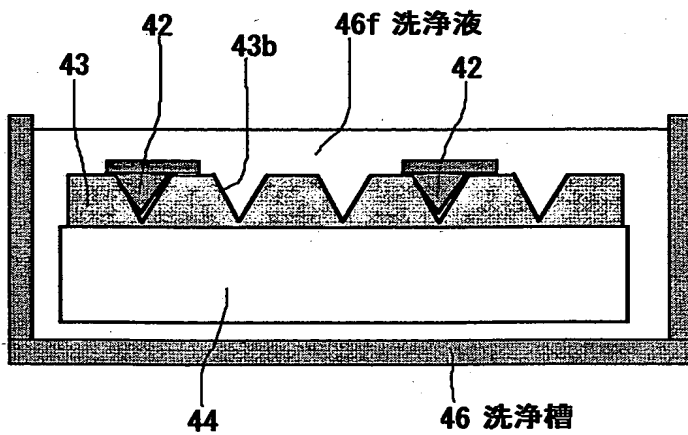
【図 7】



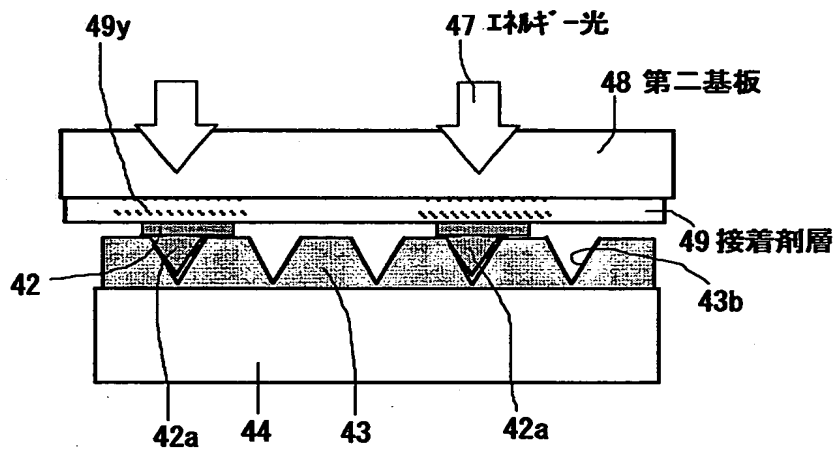
【図 8】



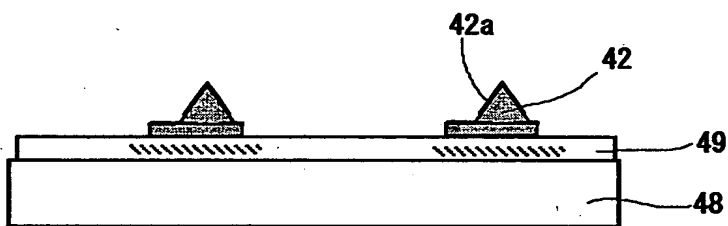
【図 9】



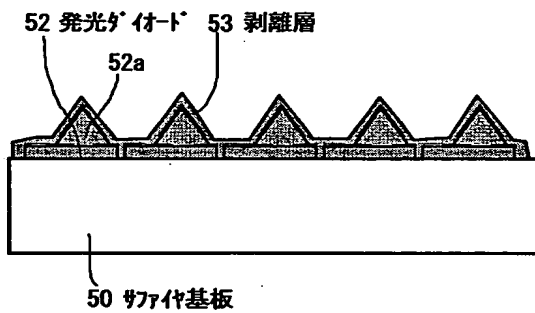
【図 10】



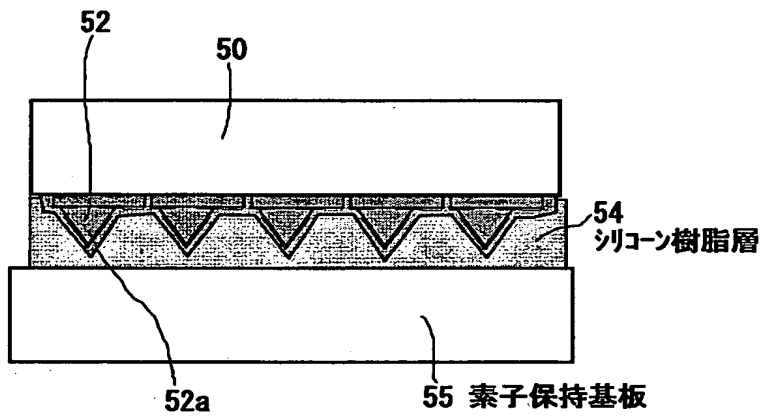
【図 11】



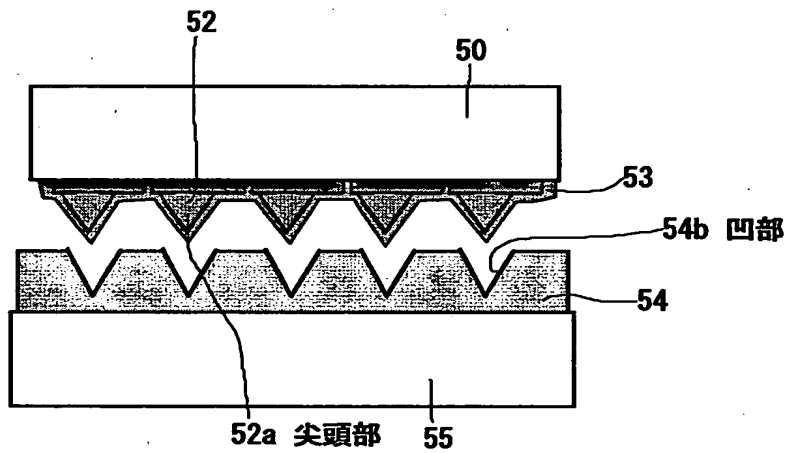
【図 12】



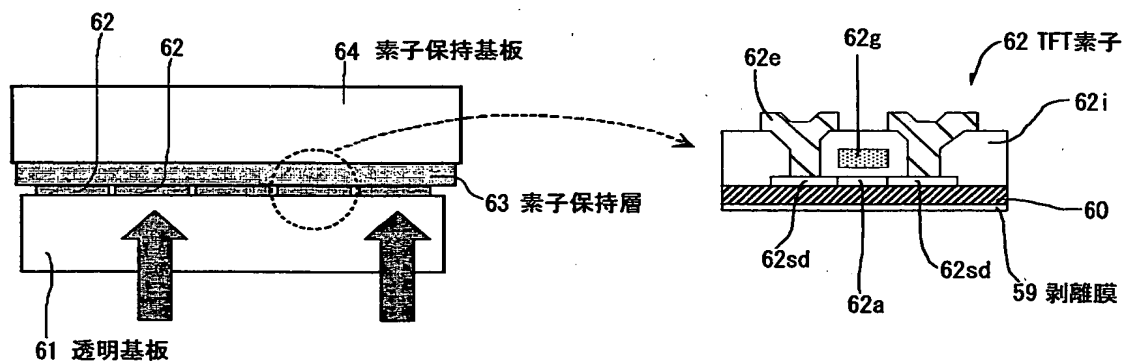
【図 13】



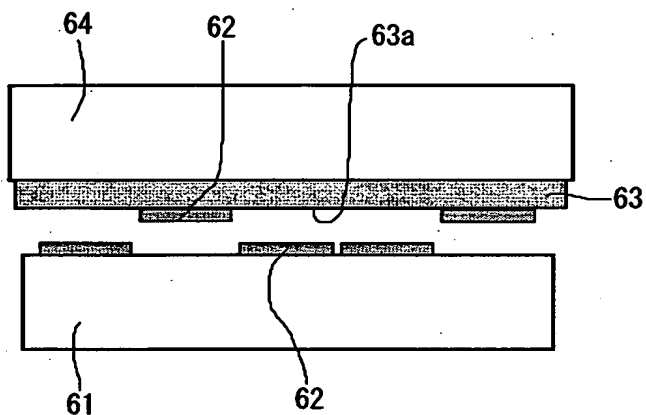
【図 14】



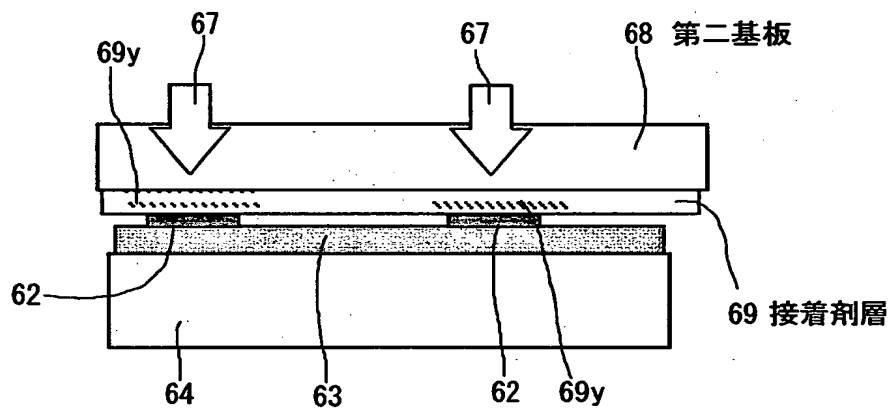
【図 15】



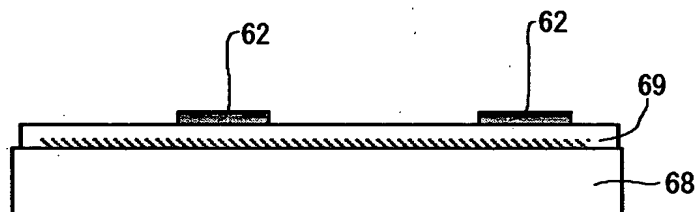
【図 16】



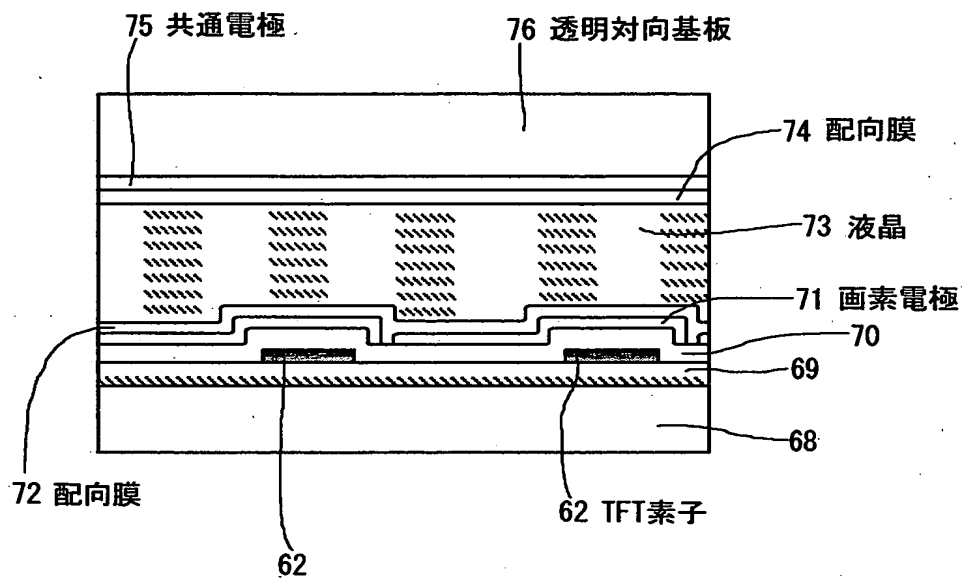
【図 17】



【図 18】



【図 1 9】





【書類名】要約書

【要約】

【課題】工程の増加を招かずに短時間での転写を可能とし、転写の歩留まりも低下しないような素子の転写方法、素子保持基板の製造方法、及び素子保持基板を提供する。

【解決手段】 第一基板 1 0 と該第一基板 1 0 上に形成した発光ダイオード 1 2 の界面にエネルギービームを第一基板 1 0 を透過しながら選択的に照射して発光ダイオード 1 2 を選択的に剥離し、さらに発光ダイオード 1 2 を素子保持基板上に形成された素子保持層 1 3 に転写した後で、さらに第二基板 1 8 に転写する。界面へのエネルギービームの照射によって、素子を簡便に剥離することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社